

BeschreibungVorrichtung zur Aerosolerzeugung und Injektoreinheit

- 5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Aerosolerzeugung mit einer Flüssigkeitsleitung für einen Flüssigkeitsstrom sowie mit einer Transportgasleitung für eine Transportgasströmung, mit wenigstens einer Injektoreinheit, in der der Flüssigkeitsstrom und die Transportgasströmung zu einem Aerosol vermischtbar sind, und mit einer Aerosolleitung, die zu einem im Bereich eines Werkzeugs angeordneten Aerosolabgang führt.

- Die Erfindung betrifft zudem eine Injektoreinheit für eine Vorrichtung zur Aerosolerzeugung mit wenigstens einem Kanalabschnitt für eine Transportgasströmung und mit wenigstens einem Kanalbereich für den Flüssigkeitsstrom.

- Eine derartige Vorrichtung zur Aerosolerzeugung wie auch eine derartige Injektoreinheit sind aus der DE 101 04 012 C2 bekannt. Aerosole dienen insbesondere als Schmier- und Kühlmittel für die spanende Bearbeitung von Werkstücken. Um für ein relativ breites Spektrum von Bearbeitungswerkzeugen eine zuverlässige Aerosolerzeugung zu gewährleisten, weist die Vorrichtung zur Erzeugung von Aerosol ein Drosselsystem auf, mittels dessen ein Transportgas, vorzugsweise Druckluft, und eine Flüssigkeit, vorzugsweise Öl, der Injektoreinheit mengengesteuert zugeführt werden können. Die Druckluft und das Öl werden der Injektoreinheit zugeführt und in der Injektoreinheit verwirbelt, wodurch das Aerosol erzeugt wird. Das so erzeugte Aerosol wird in die Aerosolleitung gefördert, wo es im Bereich eines Aerosolabganges im Bereich des Werkzeugs an einer entsprechenden Bearbeitungsstelle austritt.

30

Aus der DE 101 39 950 A1 ist eine weitere Vorrichtung zum Erzeugen von Aerosolen bekannt, bei der an die Transportgasleitung, vorliegend

an die Druckluftleitung, ein Druckmesser angeschlossen ist. Abhängig von den durch den Druckmesser erfassten Werten wird eine Differenzdruck-Fühlvorrichtung angepasst.

- 5 Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Aerosolerzeugung sowie eine Injektoreinheit der eingangs genannten Art zu schaffen, mittels derer unabhängig von dem eingesetzten Bearbeitungswerkzeug eine kontinuierliche Aerosolerzeugung erzielbar ist.
- 10 Für die Vorrichtung zur Aerosolerzeugung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die Injektoreinheit Strömungsleitmittel für die Transportgasströmung aufweist, die eine Ansaug- und Zerstäubungsfunktion für den Flüssigkeitsstrom bei einem Druckverlust für die Transportgasströmung definieren, der geringer ist als ein minimal möglicher Druckverlust an dem Aerosolabgang. Dadurch, dass im Bereich der Injektoreinheit zwischen Eingangsseite und Ausgangsseite lediglich eine äußerst geringe Druckdifferenz entsteht, ist eine kontinuierliche Transportgaszuführung und demzufolge eine kontinuierliche Aerosolerzeugung erzielbar, unabhängig davon, ob der Aerosolabgang im Bereich des Werkzeugs selbst
- 20 einen großen Druckverlust oder lediglich einen äußerst geringen Druckverlust aufweist. Durch die Erfindung lässt sich zumindest eine weitgehende Unabhängigkeit der Aerosolerzeugung von der Transportgasströmung erzielen. Selbst bei geringem Transportgasverbrauch bleibt die kontinuierliche Aerosolerzeugung aufrechterhalten. Durch die kontinuierliche Aerosolerzeugung treten nahezu keine Druckschwankungen auf. Die Prozesssicherheit insbesondere für eine spanende Bearbeitung für eine kontinuierliche Schmiermittelzufuhr wird erhöht. Das erzeugte Aerosol dient insbesondere zur Schmierung und zur Kühlung von Bearbeitungswerkzeugen an einer entsprechenden Bearbeitungsstelle eines
- 30 Werkstückes.

In Ausgestaltung der Erfindung sind innerhalb der Injektoreinheit ein Kanalabschnitt für die Transportgasströmung und ein Kanalbereich für den Flüssigkeitsstrom coaxial zueinander angeordnet. Der Kanalabschnitt und der Kanalbereich weisen vorzugsweise zueinander parallele Strömungsrichtungen auf.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Kanalabschnitt für die Transportgasströmung als den Kanalbereich des Flüssigkeitsstromes konzentrisch umgebender Ringkanal ausgeführt, und die Strömungs-
10 leitmittel umfassen auf Höhe eines stützenartigen Stirnendbereiches des Kanalbereiches des Flüssigkeitsstromes eine ringförmige Einschnürung, die gemeinsam mit einem Außenmantel des Stirnendbereiches einen Ringspalt definiert. Vorzugsweise wird der Flüssigkeitsstrom zentrisch
15 zugeführt, so dass das Transportgas, insbesondere Druckluft, außen an dem Kanalbereich für den Flüssigkeitsstrom vorbeigeführt wird. Der Stirnendbereich des Kanalbereiches des Flüssigkeitsstromes bildet eine Abrisskante. Da auf Höhe des Stirnendbereiches die Einschnürung des Ringkanals für die Transportgasströmung vorgesehen ist, ergibt sich hier
20 ein äußerst kleiner Ringspalt zwischen dem Stirnendbereich und der Einschnürung. Dieser kleine Ringspalt führt zu einer hohen Transportgasgeschwindigkeit an der Zerstäubungsstelle, nämlich der Abrisskante, bei einem gleichzeitig äußerst geringen Transportgasvolumenstrom. Es ergibt sich eine hohe Saug- und Zerstäuberleistung bei äußerst kleinem
25 Differenzdruck, bezogen auf eine Druckdifferenz zwischen einer in Strömungsrichtung gesehenen Eingangsseite der Injektoreinheit und einer Ausgangsseite, die zur Aerosolleitung führt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Ringspalt mit einer Dimensionierung von $< 0,5$ mm, vorzugsweise von etwa $0,1$ mm, ausgeführt. Dadurch ist es möglich, im Bereich der Injektoreinheit auch bei
30 äußerst geringen Kanalquerschnitten im Bereich des Aerosolabgangs einen geringeren oder zumindest gleich großen Druckverlust im Bereich

des Aerosolabganges zu erzielen und dadurch unabhängig von dem eingesetzten Bearbeitungswerkzeug eine kontinuierliche Aerosolerzeugung zu gewährleisten.

- 5 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind Druckerfassungsmittel im Bereich der Transportgasleitung und im Bereich der Aerosolleitung vorgesehen, und es ist eine Steuereinheit vorgesehen, die abhängig von einem Vergleich von durch die Druckerfassungsmittel erfassten Druck-
- 10 Istwerten mit in einem Sollwertspeicher anhand verschiedener Parameter für unterschiedliche Bearbeitungsvorgänge abgelegten Druckdifferenzsollwerten einen Differenzdruck zwischen dem Druck in der Transportgasleitung und dem Druck in der Aerosolleitung regelt. Dadurch ist es möglich, eine Differenzdruckregelung zu erzielen, wodurch die erzeugte Aerosolmenge geändert werden kann. Dabei wird die Druckdiffe-
- 15 renz zwischen einem eingangsseitigen Druck innerhalb der Transportgasleitung und einem ausgangsseitigen Druck innerhalb der Aerosolleitung geregelt.

- In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Steuereinheit ein Steuer-
- 20 programm zugeordnet, das wenigstens eine Funktionseinheit der Vorrichtung mit unterschiedlichen Steuerbefehlen ansteuert und jeweils Differenzdruckmessungen vornimmt, und anschließend wird ein Vergleich der erfassten Istwerte der Differenzdruckmessungen mit entsprechenden Sollwerten des Sollwertspeichers vorgenommen und schließlich ei-
- 25 ne Vorauswahl von sinnvollen Parametern aus dem Sollwertspeicher getroffen. Diese Vorauswahl kann in einer entsprechenden Anzeigeeinheit der Bedienperson angezeigt werden. Vorzugsweise ist die Anzeigeeinheit mit einer Dateneingabeeinheit kombiniert, so dass die Bedienperson die gewünschte individuelle Parameterkombination aus der an-
- 30 gegebenen Vorauswahl treffen kann. Durch den Start des Steuerprogrammes wird insbesondere der Aerosolerzeuger als Funktionseinheit der Vorrichtung gestartet und an den entsprechenden Stellen

- werden die Differenzdrücke gemessen. Durch Vergleich mit den im Sollwertspeicher abgelegten Werten kann aus dem Gesamtblock von im Sollwertspeicher abgespeicherten Parameterkombinationen eine Vorauswahl getroffen werden. Diese Vorauswahl wird der Bedienperson
- 5 angezeigt, wobei minimale und maximale Parameterkombinationen gekennzeichnet werden, so dass die Bedienperson auswählen kann, ob wenig oder viel Schmiermedium gefördert werden soll, oder ob ein Mittelwert zwischen diesen Minimal- und Maximalwerten ausgewählt werden soll. Vorzugsweise ist der Steuereinheit eine Dateneingabeeinheit
- 10 zugeordnet, mittels der von einer Bedienperson Parameter eines einzusetzenden Werkzeugs eingebbar sind, und es ist als Steuerprogramm ein Datenverarbeitungsprogramm vorgesehen, das abhängig von eingegebenen Parametern der Dateneingabeeinheit einen Vergleich mit allen in dem Sollwertspeicher abgelegten Parametern vornimmt und eine
- 15 Vorauswahl von auf das einzusetzende Werkzeug abgestimmten, sinnvollen Parameterkombinationen vorgibt, aus denen die Bedienperson eine gewünschte Parameterkombination auswählt. Dadurch werden einer Bedienperson abhängig von dem einzusetzenden Werkzeug Hilfestellungen gegeben, indem eine Vorauswahl von sinnvollen Parameter-
- 20 kombinationen getroffen wird, aus denen die Bedienperson dann die gewünschten Parameter auswählt. Vorzugsweise ist der Dateneingabeeinheit eine Anzeigeeinheit zugeordnet, in der die Vorauswahl des Datenverarbeitungsprogrammes für die Bedienperson erkennbar gemacht wird. Vorteilhaft wird der Bedienperson ein minimaler und ein maximaler
- 25 Parametersatz, d.h. eine entsprechende Parameterkombination, angezeigt. Der minimale Parametersatz bedeutet vorzugsweise die Einstellung, bei der am wenigsten Schmiermedium gefördert wird. Der maximale Parametersatz entspricht der Einstellung, bei der am meisten Schmiermedium gefördert wird. Dadurch, dass das Gesamtsystem der
- 30 Vorrichtung betrachtet wird, nämlich vom Aerosolerzeuger über die Aerosolleitungen, die Drehdurchführung der Spindel, die Werkzeugaufnahme und bis zum Kühlkanal im Werkzeug, wird sichergestellt, dass

- keine Fehleingaben von nicht sinnvollen Parametersätzen getroffen werden können. Für jedes Werkzeug wird somit sichergestellt, dass durch die Vorauswahl geeigneter Parameterkombinationen in jedem Fall eine sinnvolle Werkstückbearbeitung erfolgt, die ein gewünschtes Bearbeitungsergebnis erzielt. Die Bedienperson kann aus den vorausgewählten Parameterkombinationen einen individuellen Parametersatz dem jeweils eingesetzten Werkzeug zuordnen und diesen gegebenenfalls durch entsprechende Speicherung in dem Sollwertspeicher bzw. in der Steuereinheit der Vorrichtung hinterlegen. Besonders vorteilhaft wird die Vorauswahl entsprechender Parameterkombinationen dadurch getroffen, dass die Bedienperson das einzusetzende Werkzeug montiert und ein automatisches Einfahrprogramm startet, mit dem über geeignete Messinstrumente und Speichermethoden durch die Steuereinheit unterschiedliche Ansteuerungen vorgenommen werden und jeweils bei den verschiedenen Ansteuerungen die auftretenden Differenzdrücke gemessen werden. Durch einen entsprechenden Vergleich mit abgespeicherten Werten im Sollwertspeicher können sinnvolle Differenzdrücke vorausgewählt werden, denen dann über die Daten des Sollwertspeichers geeignete weitere Parameter zugeordnet sind. Nach Beendigung des Einfahrprogramms kann die Bedienperson aus den angezeigten, sinnvollen Parameterkombinationen eine gewünschte Parameterkombination auswählen und so eine gewünschte Steuerung bzw. Regelung der Vorrichtung für einen entsprechenden Bearbeitungsvorgang bewirken.
- 25 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind mehrere Injektoreinheiten in Parallelschaltung vorgesehen, denen jeweils ein durch ein Stellglied steuerbarer Leitungszweig der Transportgasleitung zugeordnet ist, und die Stellglieder sind durch die Steuereinheit derart ansteuerbar, dass wenigstens eine Injektoreinheit permanent in Funktion ist. Dadurch ist der Flüssigkeitsanteil innerhalb des Aerosols steuerbar. Vorzugsweise wird als Transportgas Druckluft und als Flüssigkeit Öl vorgesehen. Es ist somit die gewünschte Ölmenge innerhalb des Aerosols steuerbar.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Ansteuerung der Stellglieder durch die Steuereinheit abhängig von entsprechenden Steuervorgaben des Sollwertspeichers. Vorzugsweise weist der Sollwert-
5 speicher für bestimmte, typische Bearbeitungsvorgänge und für verschiedene Werkzeuge unterschiedliche Flüssigkeitsanteile innerhalb des Aerosols auf. Entsprechende Parameter für verschiedene Werkzeuge und unterschiedliche Bearbeitungsvorgänge sind in dem Sollwertspeicher vorgegeben und können durch Ansteuerung der Stellglieder und
10 entsprechende Zu- oder Abschaltung von wenigstens einer Injektoreinheit angepasst werden. Vorzugsweise ist eine Abhängigkeit dieser Ansteuerung von der Differenzdruckregelung gegeben.

Für die Injektoreinheit wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe
15 dadurch gelöst, dass der Kanalabschnitt für die Transportgasströmung als den Kanalbereich des Flüssigkeitsstromes konzentrisch umgebender Ringkanal ausgeführt ist, und dass die Strömungsleitmittel auf Höhe eines stützenartigen Stirnendbereiches des Kanalbereiches des Flüssigkeitsstromes eine ringförmige Einschnürung umfassen, die gemeinsam
20 mit einem Außenmantel des Stirnendbereiches einen Ringspalt definiert. Dadurch ergibt sich die zuvor bereits angesprochene Drosselwirkung bei äußerst geringem Druckverlust. Vorzugsweise sind die Transportgasströmung und der Flüssigkeitsstrom gleichgerichtet.

25 In Ausgestaltung der Injektoreinheit verjüngt sich der Kanalabschnitt für die Transportgasströmung in Strömungsrichtung zu der Einschnürung hin trichterförmig, und ein strömungsabwärts des Stirnendbereiches liegender Aerosolkammerabschnitt erweitert sich in Strömungsrichtung korrespondierend trichterförmig. Die Einschnürung ist somit strömungsaufwärts und strömungsabwärts symmetrisch an entsprechende Strömungskanalbereiche angeschlossen. Vorzugsweise wird die Trichterform durch jeweils eine konische Gestaltung gebildet. Die Einschnürung
30

ist vorzugsweise durch eine Zylinderwandung dargestellt. Der stutzenförmige Stirnendbereich für den Flüssigkeitsstrom wird vorzugsweise durch einen hohlzylindrischen Rohrstutzen realisiert. Eine Abrisskante des Stirnendbereiches ist in bevorzugter Weise umlaufend ringförmig und scharfkantig ausgeführt.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung, das anhand der Zeichnungen dargestellt ist.

Fig. 1 zeigt schematisch in einem Blockschaltbild eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Aerosolerzeugung und

Fig. 2 in vergrößerter, schematischer Schnittdarstellung eine Injektoreinheit für die Aerosolerzeugungsvorrichtung nach Fig. 1.

Eine Vorrichtung zur Aerosolerzeugung nach Fig. 1 weist einen Flüssigkeitsbehälter, vorliegend in Form eines Ölbehälters, auf. Der Flüssigkeitsbehälter 1 ist lediglich teilweise mit Flüssigkeit gefüllt. Ein oberer Bereich des Flüssigkeitsbehälters 1 dient als Aerosolkammer, wie nachfolgend näher beschrieben werden wird. Die Vorrichtung ist zudem mit einer Transportgasquelle 2 versehen, wobei das Transportgas beim vorliegenden Ausführungsbeispiel als Druckluft ausgeführt ist. An die Druckluftquelle 2 schließt eine als Transportgasleitung dienende Druckluftleitung 8 an, die in Strömungsrichtung unmittelbar hinter der Druckluftquelle 2 mit einem Hauptventil 3 versehen ist. Das Hauptventil 3 ist in eine Sperrposition oder in eine Durchflussposition überführbar.

Die Vorrichtung zur Aerosolerzeugung ist mit mehreren Injektoreinheiten 11, beim vorliegenden Ausführungsbeispiel mit zwei Injektoreinheiten

11, versehen. Die Injektoreinheiten 11 sind innerhalb des als Aerosolkammer bezeichneten, aerosolbildenden Abschnittes des Flüssigkeitsbehälters 1 angeordnet. Von der Aerosolkammer zweigt eine Aerosolleitung 12 ab, die zu einem Bearbeitungswerkzeug 14 führt. Die Aerosolleitung 12 mündet im Bereich einer Bearbeitungsstelle des Werkzeugs an
5 wenigstens einer Austrittsöffnung des Werkzeuges, die einen Aerosolabgang 15 definiert.

Die beiden Injektoreinheiten 11 dienen dazu, aus einem zugeführten
10 Druckluftstrom und einem angesaugten Ölstrom das Aerosol zu erzeugen, indem der Ölstrom durch die Druckluft zerstäubt wird. Zur Zufuhr der Druckluft ist die Druckluftleitung 8 in zwei Leitungszweige 8a, 8b unterteilt, die jeweils einer der beiden Injektoreinheiten 11 zugeführt sind. An jede Injektoreinheit 11 schließt zudem eine Ölleitung 6 an. Durch den
15 Druckluftstrom wird innerhalb jeder Injektoreinheit 11 ein Unterdruck erzeugt, der das Öl aus der jeweiligen Ölleitung 6 ansaugt. Die Ölleitung 6 ist einem unteren Bereich des Flüssigkeitsbehälters 1 mittels eines Entnahmestutzens an den Flüssigkeitsbehälter 1 angeschlossen und verzweigt sich anschließend in zwei Leitungsabschnitte, die zu jeweils einer
20 der beiden Injektoreinheiten 11 führen. In jedem Leitungsabschnitt der Ölleitung 6 ist ein Rückschlagventil 7 vorgesehen, das einen Rücklauf von Öl in den Flüssigkeitsbehälter 1 verhindert und zudem für definierte Druckverhältnisse in jedem Leitungszweig der Ölleitung 6 sorgt.

25 Jedem Leitungszweig 8a, 8b der Druckluftleitung ist jeweils ein als Düsenventil bezeichnetes Stellventil 10 zugeordnet, das den jeweiligen Leitungszweig 8a, 8b für einen Durchfluss frei gibt oder sperrt. Auf Höhe des Abzweiges der beiden Leitungszweige 8a, 8b aus der Druckluftleitung 8 und damit strömungsaufwärts der Stellventile 10 ist in die Druck-
30 luftleitung 8 ein Druckaufnehmer 9 eingebracht, der Druckwerte der Druckluftleitung 8 erfassen kann. Auch der Aerosolkammer des Flüssigkeitsbehälters 1 ist ein Druckaufnehmer 13 zugeordnet, der Druckwerte

innerhalb der Aerosolkammer aufnimmt, die mit dem jeweiligen Druck innerhalb der Aerosolleitung 12 übereinstimmen. Durch die Druckaufnehmer 9, 13 wird somit sowohl der Druck vor den Injektoreinheiten 11 als auch hinter den Injektoreinheiten 11 – jeweils in Strömungsrichtung
5 gesehen – erfasst.

Die beiden Leitungszweige 8a, 8b der Druckluftleitung sind parallel zueinander geschaltet. In gleicher Weise sind auch die beiden Leitungszweige der Ölleitung 6 parallel zueinander geführt.

10

Zwischen der Druckluftleitung 8 und der Aerosolkammer ist eine Druckausgleichsleitung 4 verlegt, der ein Regelventil 5, vorliegend in Form eines Proportionalventils, zugeordnet ist. Mittels dieses Regelventils 5 ist es möglich, Druckdifferenzen zwischen dem Druck in der Druckluftleitung 8 und dem Druck in der Aerosolkammer zu steuern.
15

Zur Ansteuerung des Regelventils 5 wie auch zur Ansteuerung der Stellventile 10 ist eine zentrale Steuereinheit S vorgesehen, an die entsprechende Signalleitungen P_1 , P_2 der beiden Druckaufnehmer 9, 13 angeschlossen sind. Die zentrale Steuereinheit S ist mit einem Datenspeicher
20 D versehen, der Sollwerte in Form verschiedener Parameter für unterschiedliche Bearbeitungsvorgänge und unterschiedliche Werkzeuge vorgibt. Entsprechende Parametersätze geben für verschiedene Werkzeugtypen und damit für verschiedene Kanalquerschnitte der Werkzeuge
25 im Bereich des Aerosolabgangs 15 wie auch für verschiedene Bearbeitungsarten wie Bohren, Fräsen und ähnliches oder für verschiedene Werkstückmaterialien geeignete Differenzdruckwerte, bezogen auf die Differenz des Druckes in der Druckluftleitung 8 zu dem Druck in der Aerosolleitung 12, vor. Die jeweils vorhandenen Parameter für den entsprechenden Bearbeitungsvorgang werden von einem Bediener in eine
30 nicht näher dargestellte Dateneingabeeinheit der Steuereinheit S eingegeben. Alternativ ist es auch möglich, dass die Vorrichtung durch ent-

sprechende Sensormittel selbst erfassen kann, welche Parameter bei dem jeweiligen Bearbeitungsvorgang zum Einsatz kommen. Hierauf wird an dieser Stelle nicht näher eingegangen.

- 5 Beim dargestellten Ausführungsbeispiel wird durch manuelle Bedienung die entsprechende Parametervorgabe gesetzt. Die vorgegebenen Parameter werden in der zentralen Steuereinheit S mit den im Datenspeicher D vorhandenen Parametersätzen verglichen. Abhängig vom Ergebnis des Vergleiches werden über Steuerleitungen S₁, S₂ zum einen
- 10 die Stellventile 10 für die Zu- oder Abschaltung der Leitungszweige 8a, 8b der Druckluftleitung angesteuert. Zum anderen wird das als Proportionalventil ausgeführte Regelventil 5 angesteuert, um die entsprechende Druckdifferenzregelung zwischen der Druckluftleitung 8 und der Aerosol-
- 15 leitung 12 bzw. der Aerosolkammer innerhalb des Flüssigkeitsbehälters 1 zu steuern. Dadurch, dass Istwerte der jeweils vorhandenen Drücke in der Druckluftleitung 8 und in der Aerosolleitung 12 über die Druckaufnehmer 9, 13 erfasst und über die Signalleitungen P₁, P₂ der Steuerein-
- heit S zugeführt werden, kann die Steuereinheit S einen ständigen Vergleich mit den im Datenspeicher D abgelegten, für bestimmte Parameter-
- 20 tersätze vorgegebenen Differenzdruckwerten durchführen und das Regelventil 5 abhängig vom Ergebnis des Vergleiches ansteuern.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 sind aus Übersicht-

25 lichkeitsgründen lediglich zwei Injektoreinheiten 11 vorgesehen. Bei praktischen Ausführungsbeispielen sind jedoch abhängig davon, welche Ölmenge der Druckluft zugemischt werden soll, auch mehr als zwei Injektoreinheiten 11 parallel geschaltet.

- 30 In nicht näher dargestellter Weise ist der Flüssigkeitsbehälter 1 mit einem Flüssigkeitsvorratsbehälter verbunden und mit einer Füllstandsüberwachung versehen, um rechtzeitig eine Ölnachfüllung in den vor

allen als Aerosolbehälter dienenden Flüssigkeitsbehälter 1 zu ermöglichen.

Jede Injektoreinheit 11 ist gemäß der Darstellung nach Fig. 2 ausgeführt. Wie anhand der Fig. 2 erkennbar ist, ist eine zentrische Ölzufuhr vorgesehen. Der Druckluftstrom wird außen an der Ölzufuhr vorbeigeführt. Hierzu weist die Injektoreinheit einen durch einen hohlzylindrischen Rohrabschnitt definierten Kanalbereich auf, in den der jeweilige Leitungszweig der Ölleitung 6 mündet. Der zentrale Kanalbereich 16 ist durch einen ringförmigen Kanalabschnitt konzentrisch umschlossen, in den der jeweilige Leitungszweig 8a oder 8b der Druckluftleitung mündet. Der Ringkanal für die Druckluftströmung weist einen konischen Verjüngungsabschnitt 19 auf, der zu einer Einschnürung 18 führt. Die Einschnürung 18 wird durch einen zylindrischen Wandungsabschnitt gebildet, der einen zylindrischen Außenmantel des Kanalbereiches für den Ölstrom koaxial umschließt. Zwischen der Einschnürung 18 und dem zylindrischen Außenmantel des Kanalbereiches für den Ölstrom verbleibt ein Ringspalt 21, der äußerst klein gestaltet ist und beim dargestellten Ausführungsbeispiel ca. 0,1 mm breit ist.

Auf axialer Höhe der Einschnürung 18 endet der Kanalbereich für die Ölleitung 6 und bildet einen Stirnendbereich 16. Der Stirnendbereich 16 ist an seinem unteren Rand mit einer umlaufenden und scharfkantigen Abrisskante 17 versehen.

In Abstand unterhalb der Abrisskante 17 und damit strömungsabwärts befindet sich ein Aerosolkammerabschnitt, der in die Aerosolkammer des Flüssigkeitsbehälters 1 und damit in die Aerosolleitung 12 mündet. Der Aerosolkammerabschnitt weist einen konischen Erweiterungsbereich 20 auf, der korrespondierend zu dem konischen Verjüngungsbereich 19 der Injektoreinheit 11 dimensioniert ist.

- Durch den äußerst schmalen Ringspalt 21 ergibt sich im Bereich der Abrisskante 17 eine äußerst hohe Strömungsgeschwindigkeit der Druckluft bei einem gleichzeitig äußerst geringen Volumenstrom. Der entstehende Unterdruck am Stirnendbereich 16 der Ölleitung 6 führt zum Ansaugen und Zerstäuben der Öltröpfchen. Durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit und den gleichzeitig geringen Volumenstrom ergibt sich im Bereich der Injektoreinheit 11, d.h. an der Zerstäuberstelle, lediglich ein sehr geringer Differenzdruck, d.h. ein äußerst geringer Druckverlust. Die Injektoreinheit 11, die auch als Zerstäuberdüsen bezeichnet werden, sind so klein ausgeführt, dass der Druckverlust im Bereich einer Injektoreinheit 11 in jedem Fall geringer ist als der Druckverlust im Bereich des Aerosolabganges 15 auch dann, wenn ein Bearbeitungswerkzeug mit einem äußerst kleinen Kanalquerschnitt im Austrittsbereich des Schmier- oder Kühlmittels, d.h. im Bereich des Aerosolabgangs 15, vor- gesehen ist. Dadurch ist gewährleistet, dass eine permanente und kontinuierliche Aerosolerzeugung möglich ist. Die Stellventile 10 der Leitungszweige 8a, 8b der Druckluftleitung 8 sind so angesteuert, dass immer wenigstens eines der Stellventile 10 geöffnet ist, so dass ein permanenter Druckluftstrom durch wenigstens eine Injektoreinheit 11 sichergestellt ist.

Dies wäre nicht möglich, falls – wie beim Stand der Technik üblich – der Druckverlust im Bereich einer Injektoreinheit größer wäre als ein minimal möglicher Druckverlust im Bereich des Aerosolabgangs.

25

- Die Steuereinheit S unterscheidet abhängig von den vorgeschlagenen Parametersätzen des Datenspeichers D und den manuell eingegebenen, an der Werkzeugmaschine 14 jeweils vorhandenen Parametern zwischen kleinsten, kleinen, mittleren und großen Kühl- oder Schmierkanälen und gibt für diese unterschiedlichen Kühl- oder Schmierkanäle verschiedene Differenzdrücke vor. Zudem gibt sie vor, wie viele Injektor-

einheiten 11 zugeschaltet werden sollen, d.h. wie groß der Ölanteil innerhalb des Aerosols sein soll.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Aerosolerzeugung mit einer Flüssigkeitsleitung für einen Flüssigkeitsstrom somit mit einer Transportgasleitung für eine Transportgasströmung, mit mindestens einer Injektoreinheit, in der der Flüssigkeitsstrom und die Transportgasströmung zu einem Aerosol vermischtbar sind, und mit einer Aerosolleitung, die zu einem im Bereich eines Werkzeugs angeordneten Aerosolabgang führt, dadurch gekennzeichnet, dass die Injektoreinheit (11) Strömungsleitmittel (16 bis 18) für die Transportgasströmung aufweist, die eine Ansaug- und Zerstäubungsfunktion für den Flüssigkeitsstrom bei einem Druckverlust für die Transportgasströmung definieren, der geringer ist als ein minimal möglicher Druckverlust an dem Aerosolabgang (15).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb der Injektoreinheit (11) ein Kanalabschnitt für die Transportgasströmung und ein Kanalbereich für den Flüssigkeitsstrom coaxial zueinander angeordnet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanalabschnitt für die Transportgasströmung als den Kanalbereich des Flüssigkeitsstromes konzentrisch umgebender Ringkanal ausgeführt ist, und dass die Strömungsleitmittel auf Höhe eines stutzenartigen Stirnendbereiches (16) des Kanalbereiches des Flüssigkeitsstromes eine ringförmige Einschnürung (18) umfassen, die gemeinsam mit einem Außenmantel des Stirnendbereiches (16) einen Ringspalt (21) definiert.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringspalt (21) mit einer Dimensionierung von $< 0,5$ mm, vorzugsweise von etwa $0,1$ mm, ausgeführt ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Druckerfassungsmittel (9, 13) im Bereich der Transportgasleitung (8) und im Bereich der Aerosolleitung (12) vorgesehen sind, und dass eine Steuereinheit S vorgesehen ist, die abhängig von einem Vergleich von durch die Druckerfassungsmittel (9, 13) erfassten Druck-Istwerten mit in einem Sollwertspeicher (D) anhand verschiedener Parameter für unterschiedliche Bearbeitungsvorgänge abgelegten Druckdifferenz-Sollwerten einen Differenzdruck zwischen dem Druck in der Transportgasleitung (8) und dem Druck in der Aerosolleitung (12) regelt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuereinheit ein Steuerprogramm zugeordnet ist, das wenigstens eine Funktionseinheit der Vorrichtung, insbesondere einen Aerosolzerzeuger, mit unterschiedlichen Steuerbefehlen ansteuert und jeweils mittels der Druckerfassungsmittel Differenzdruckmessungen vornimmt, und dass ein Vergleich der erfassten Istwerte der Differenzdruckmessungen mit entsprechenden Sollwerten des Sollwertspeichers vorgenommen und schließlich eine Vorauswahl von sinnvollen Parametern aus dem Sollwertspeicher getroffen wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Injektoreinheiten (11) in Parallelschaltung vorgesehen sind, denen jeweils ein durch ein Stellglied (10) steuerbarer Leitungszweig (8a, 8b) der Transportgasleitung (8) zugeordnet ist, und dass die Stellglieder (10) durch die Steuereinheit (S) derart ansteuerbar sind, dass wenigstens eine Injektoreinheit (11) permanent in Funktion ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung der Stellglieder (10) durch die Steuereinheit (S) abhängig von entsprechenden Steuervorgaben des Sollwertspeichers (D) erfolgt.
9. Injektoreinheit für eine Vorrichtung zur Aerosolerzeugung mit wenigstens einem Kanalabschnitt für eine Transportgasströmung und wenigstens einem Kanalbereich für einen Flüssigkeitsstrom, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanalabschnitt für die Transportgasströmung als den Kanalbereich des Flüssigkeitsstromes konzentrisch umgebender Ringkanal ausgeführt ist, und dass die Strömungsleitmittel auf Höhe eines stützenartigen Stirnendbereiches des Kanalbereiches des Flüssigkeitsstromes eine ringförmige Einschnürung (18) umfassen, die gemeinsam mit einem Außenmantel des Stirnendbereiches (16) einen Ringspalt (21) definiert.
10. Injektoreinheit nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Kanalabschnitt für die Transportgasströmung sich in Strömungsrichtung zu der Einschnürung (18) hin trichterförmig verjüngt, und dass ein strömungsabwärts des Stirnendbereiches (16) liegender Aerosolkammerabschnitt (20) sich in Strömungsrichtung korrespondierend trichterförmig erweitert.

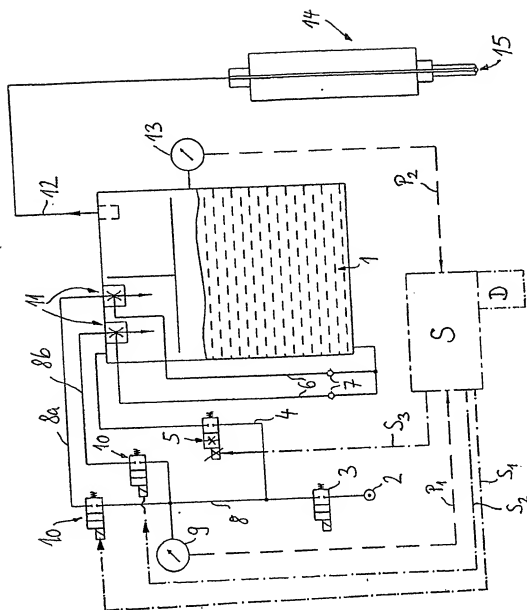


Fig. 1

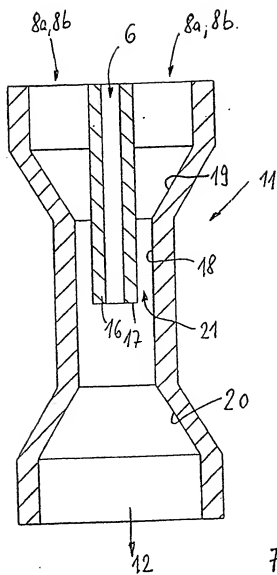


Fig. 2